

METHOD OF MANUFACTURING FOR MICRO-REED SWITCH, MICRO-REED SWITCH BODY, AND MICRO-REED SWITCH MEMBER

Publication number: JP2001076599 (A)

Publication date: 2001-03-23

Inventor(s): TSUKAHARA YASUNORI; MURATE MAKOTO; ITOIGAWA KOICHI

Applicant(s): TOKAI RIKI CO LTD

Classification:

- International: B81B3/00; B81C1/00; H01H11/00; H01H36/00; B81B3/00; B81C1/00; H01H11/00; H01H36/00; IPC1-7: H01H36/00

- European:

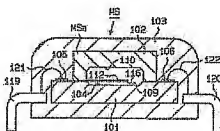
Application number: JP19990248922 19990902

Priority number(s): JP19990248922 19990902

Abstract of JP 2001076599 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a micro-reed switch further miniaturizable than the conventional reed switch, allowing mass production, and capable of improving switch responsiveness by applying the micromachining technique of silicon.

SOLUTION: A recess 110 is formed on a silicon substrate 102, and an elastic cantilever 112 extended from one side face is arranged. A wiring pattern made of a magnetic thin film and a moving contact point 116 are formed on the cantilever 112. A glass substrate 101 connected to one side face of the silicon substrate 102 is provided with a fixed contact point (forming part of a second electrode section) 109 relatively separated from the moving contact point 116 invariably and brought into contact with the moving contact point 116 when the magnetic flux flows through the wiring pattern and moving contact point 116 and the cantilever 112 is pulled as a magnet (external magnetic field) approaches.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テーコード* (参考)
H 0 1 H 36/00	3 0 2	H 0 1 H 36/00	3 0 2 H 5 G 0 2 3
B 8 1 B 3/00		B 8 1 B 3/00	5 G 0 4 6
B 8 1 C 1/00		B 8 1 C 1/00	
H 0 1 H 11/00		H 0 1 H 11/00	R

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-248922
 (22) 出願日 平成11年9月2日 (1999.9.2)

(71) 出願人 000003551
 株式会社東海理化電機製作所
 愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目280番地
 (72) 発明者 塚原 増典
 愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目280番地
 株式会社東海理化電機製作所内
 (72) 発明者 村手 真
 愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目280番地
 株式会社東海理化電機製作所内
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣 (外1名)

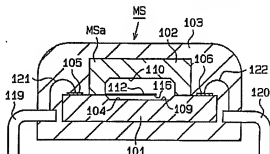
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロリードスイッチ、マイクロリードスイッチ体及びマイクロリードスイッチ部材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】シリコンの微細加工技術を応用することにより、従来のリードスイッチよりも小型化できるとともに、大量生産も可能であり、しかもスイッチ応答性を向上させることができるマイクロリードスイッチを提供する。

【解決手段】シリコン基板102に凹部110を形成し、一側面から延出された有弾性の片持ち梁112を配置する。片持ち梁112には磁性薄膜からなる配線パターン115及び可動接点116を形成する。シリコン基板102の一側面に対して接合されたガラス基板101には、可動接点116に対して常には相対的に離間するとともに、磁石（外部磁界）の接近に応じて配線パターン115、可動接点116を通じて磁束が流れ、片持ち梁112が引き寄せられた際に、可動接点116と接触する固定接点（第2電極部の一部を構成する）109を設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン基板の一側面に対して凹部が形成され、凹凹部上には前記一側面から延出された有弾性可動片が配置され、前記可動片には、磁性薄膜層を含む第1電極部が形成され、かつ、第1電極部は前記凹部に面する側面とは反対側の側面に接触面が形成され、前記シリコン基板の一側面に対して接合された他の部材には、前記第1電極部に対して常に離間するとともに、外部磁界の変化に応じて前記第1電極部を通じて磁束が流れ、第1電極部を有する可動片が引き寄せられた際に、前記第1電極部の接触面と接触する第2電極部が設けられ、

シリコン基板及び他の部材の少なくともいずれか一方には、前記第1電極部、第2電極部を外部の電気素子へ接続するための配線が施されていることを特徴とするマイクロリッドスイッチ。

【請求項2】 前記他の部材に設けられた第2電極部は固定電極部である請求項1に記載のマイクロリッドスイッチ。

【請求項3】 前記シリコン基板を第1シリコン基板、前記可動片を第1可動片、前記凹部を第1凹部、前記磁性薄膜層を第1磁性薄膜層とした請求項1に記載のマイクロリッドスイッチであって、

前記他の部材は、第2シリコン基板にて形成され、第2シリコン基板の一側面に対して第2凹部が形成され、第2凹部上には同一側面から延出された有弾性の第2可動片が配置され、第2可動片には、第2磁性薄膜層を含む第2電極部が形成され、かつ、第2電極部は第2凹部に面する側面とは反対側の側面には前記第1電極部の接触面と接離可能な接触面が形成されたマイクロリッドスイッチ。

【請求項4】 他の部材は、ガラスから形成されたものである請求項2に記載のマイクロリッドスイッチ。

【請求項5】 前記シリコン基板、及び他の部材は、樹脂モールドされていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のうちのいずれか1項に記載のマイクロリッドスイッチ。

【請求項6】 前記請求項1乃至請求項5のうちのいずれか1項に記載のマイクロリッドスイッチを複数個互いに並列に接続してなることを特徴とするマイクロリッドスイッチ体。

【請求項7】 不純物添加によって、p型単結晶シリコン基板(102)の表面側の所定領域にp型シリコン層(131)を形成する工程と、

前記p型単結晶シリコン基板(131)の上面にn型単結晶シリコンからなるエピタキシャル成長層(113)を形成することによって、同エピタキシャル成長層(113)内に前記p型シリコン層(131)を埋め込む工程と、
不純物添加によって、前記エピタキシャル成長層(11

3)に開口部形成用のp型シリコン層(132)を形成する工程と、

前記開口部形成用のシリコン層(132)にて区画されて可動片となる部分であって、その可動片の延びる方向に沿って、磁性薄膜層(115)を形成する工程と、前記磁性薄膜層(115)を形成した後、前記開口部形成用のp型シリコン層(132)に対応する部分を除いて、保護膜(133, 135)を形成する工程と、前記保護膜(133, 135)を形成した状態で陽極化成処理を行うことによって、前記p型シリコン層(131, 132)を多孔質シリコン層(137)に変化させる工程と、

前記多孔質シリコン層(137)をアルカリエッチングによって除去することにより、同多孔質シリコン層(137)があった部分を空洞化する工程と、その後、前記保護膜(133, 135)を除去する工程とを含むマイクロリッドスイッチ部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、シリコン基板を使用したマイクロリッドスイッチ、マイクロリッドスイッチ体及びマイクロリッドスイッチ部材の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図18は従来のリッドスイッチ10の分解斜視図、図19は組み立て後の断面図を示している。従来のリッドスイッチ10は、ガラス管11内に封入された一対の磁性舌片12, 13を備えており、前記磁性舌片12, 13はその先端部が互いに接離可能に離間した接点とされたスイッチ片として形成されている。そして、このリッドスイッチ10に対して磁石(図示しない)を接近すると、両磁性舌片12, 13を通じて磁束が流れ、磁性舌片12, 13が互いに引き寄せられて閉路状態となり、磁石(図示しない)がリッドスイッチ10から離れれば、磁性舌片12, 13の弾性によって接点が増えて開路状態となる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記のようなリッドスイッチ10は、生産工程上、大量生産が難しく、コスト高となる問題があった。又、磁性舌片12, 13はプレス加工から形成しているため、金型製造上、前記接点を含む可動部の小型化に限界があるばかりか、さらなるスイッチ作動上の応答性の向上が難しい。

【0004】又、磁性舌片12, 13はリッド線部12a, 13aとが一体に形成されており、すなわち、磁性舌片12, 13とリッド線部12a, 13aとは一つの磁性材料で形成されており、リッド線部12a, 13aの加工(曲げ・切断等)がリッドスイッチの特性に影響を及ぼしたり、リッド線部の曲げ加工時にガラス管封止部に悪影響を及ぼす問題がある。又、ガラス管は使用時には、剥き出しで使用しているため、耐久性に乏

しい問題もあった。

【0005】本発明は上記の課題を解消するためになされたものであり、第1の目的は、シリコンの微細加工技術を応用することにより、従来のリードスイッチよりも小型化できるとともに、大量生産も可能であり、しかもスイッチ応答性を向上させることができるマイクロリードスイッチを提供することにある。

【0006】第2の目的は可動部とリード線部とが分離されているので、リード線部の加工による特性の悪影響を考慮する必要がないマイクロリードスイッチを提供することにある。

【0007】第3の目的は上記マイクロリードスイッチを並列に電氣的に接続することにより、スイッチとしての信頼性の向上を図ることができるマイクロリードスイッチ体を提供することにある。

【0008】又、第4の目的は、上記マイクロリードスイッチを得ることができるリードスイッチ部材の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、シリコン基板の一面面に対して凹部が形成され、凹部上には前記一面面から延出された有弾性可動片が配置され、前記可動片には、磁性薄層を含む第1電極部が形成され、かつ、第1電極部は前記凹部面に対する側面とは反対側の側面に接断面が形成され、前記シリコン基板の一面面に対して接合された他の部材には、前記第1電極部に対して常に離間するとともに、外部磁界の変化に応じて前記第1電極部を通じて磁束が流れ、第1電極部が引き寄せられた際に、前記第1電極部の接断面と接触する第2電極部が設けられ、シリコン基板及び他の部材には、前記第1電極部、第2電極部を外部の電気素子へ接続するための配線が施されているマイクロリードスイッチを要旨とするものである。

【0010】請求項2に記載の発明は、請求項1において、前記他の部材に設けられた第2電極部は固定電極部であるマイクロリードスイッチを要旨とするものである。請求項3に記載の発明は、請求項1において、前記シリコン基板を第1シリコン基板、前記可動片を第1可動片、前記凹部を第1凹部、前記磁性薄層を第1磁性薄層とした請求項1に記載のマイクロリードスイッチであって、前記他の部材は、第2シリコン基板にて形成され、第2シリコン基板の一面面に対して第2凹部が形成され、第2凹部上には同一側面から延出された有弾性の第2可動片が配置され、第2可動片には、第2磁性薄層を含む第2電極部が形成され、かつ、第2電極部は第2凹部に面する側面とは反対側の側面には前記第1電極部の接断面と接触可能な接断面が形成されたマイクロリードスイッチを要旨とするものである。

【0011】請求項4に記載の発明は、請求項2におい

て、他の部材は、ガラスから形成されたものであるマイクロリードスイッチを要旨とするものである。請求項5の発明は、請求項1乃至請求項4のうちいずれか1項において、前記シリコン基板、及び他の部材は、樹脂モールドされているマイクロリードスイッチを要旨とするものである。

【0012】請求項6に記載の発明は、請求項1乃至請求項5のうちいずれか1項に記載のマイクロリードスイッチを複数個互いに並列に接続してなるマイクロリードスイッチ体を要旨とするものである。

【0013】請求項7に記載の発明は、不純物添加によって、p型単結晶シリコン基板の表面側の所定領域にp型シリコン層を形成する工程と、前記p型単結晶シリコン基板の上面にn型単結晶シリコンからなるエピタキシャル成長層を形成することによって、同エピタキシャル成長層内に前記p型シリコン層を埋め込む工程と、不純物添加によって、前記エピタキシャル成長層に開口部形成用のp型シリコン層を形成する工程と、前記開口部形成用のシリコン層にて区画されて可動片となる部分であって、その可動片の延びる方向に沿って、磁性薄層及び配線パターンを形成する工程と、前記磁性薄層面に接続する配線パターンを形成した後、前記開口部形成用のp型シリコン層に対応する部分を削いて、保護膜を形成する工程と、前記保護膜を形成した状態で陽極化成処理を行うことによって、前記各p型シリコン層を多孔質シリコン層に変化させる工程と、前記多孔質シリコン層をアルカリエッチングによって除去することにより、同多孔質シリコン層があった部分を空洞化する工程と、その後、前記保護膜を除去する工程とを含むマイクロリードスイッチ部材の製造方法を要旨とするものである。

【0014】(作用) 請求項1に記載の発明によると、常に第2電極部に対して離間していた可動片は磁石(図示しない)等が接近して外部磁界が変化すると、外部磁界の変化に応じて前記第1電極部を通じて磁束が流れ、第1電極部を有する可動片が引き寄せられた際に、同第1電極部の接断面は第2電極部の接断面に接触し閉路状態となる。

【0015】又、前記第1電極部が第2電極部に対して離間していた状態時のように外部磁界が戻ると、自身の弾性によって可動片は復帰し、第1電極部と第2電極部とは互いに離間し閉路状態となる。

【0016】そして、この請求項1のマイクロリードスイッチはシリコンの微細加工技術にて容易に小型化、大量生産が可能であり、しかもスイッチ応答性が向上する。さらに、可動片の第1電極部に対して、リード線部は、電氣的に接続されることとなる。従って、リード線部と可動片の第1電極部とが分離されるため、リード線部の加工による悪影響を考慮する必要がない。

【0017】請求項2に記載の発明によると、可動片の第1電極部は、外部磁界の変化に応じて磁束が流れ、第

1電極を有する可動片が引き寄せられた際に、同第1電極部の接触面は第2電極部としての固定電極の接触面に接触し閉路状態となる。

【0018】請求項3に記載の発明によると、常には第1電極部を有する第1可動片と、第2電極部を有する第2可動片とは、離間している。そして、互いに離間していた第1及び第2可動片は、外部磁界の変化に応じて第1、第2電極部を通じて磁束が流れ、各電極部を有する両可動片が互いに引き寄せられた際に、同両電極部の接触面は互いに接触し閉路状態となる。

【0019】又、両電極部が互いに離間していた状態時のように外部磁界が戻ると、第1可動片及び第2可動片は自身の弾性によって復帰し、第1電極部と第2電極部とは互いに離間する。

【0020】請求項4に記載の発明によると、他の部材はガラスから形成することにより、同ガラス材質の表面に第2電極部としての固定電極が設けられ、請求項2の作用を実現する。

【0021】請求項5に記載の発明によると、シリコン基板、及び他の部材を樹脂モールドすることにより、従来のガラス管を使用する場合と異なり、耐久性を向上させることができる。

【0022】請求項6に記載の発明によると、請求項1乃至請求項5のうちいずれか1項に記載のマイクロリッドスイッチを複数個互いに並列に接続することにより、スイッチ信頼性を向上させることができる。

【0023】請求項7に記載の発明によると、不純物添加によって、p型単結晶シリコン基板の表面側の所定領域にp型シリコン層を形成する。次に、p型単結晶シリコン基板の上面にn型単結晶シリコンからなるエピタキシャル成長層を形成することによって、同エピタキシャル成長層内に前記p型シリコン層を埋め込む。

【0024】続いて、不純物添加によって、前記エピタキシャル成長層に開口部形成用のシリコン層を形成し、次に、前記開口部形成用のシリコン層にて区画されて可動片となる部分であって、その可動片の延びる方向に沿って、磁性薄膜層を形成する。

【0025】次に、前記開口部形成用のp型シリコン層に対応する部分を除いて、保護膜を形成する。続いて、前記保護膜に開口部形成時に陽極化処理を行うことによって、前記各p型シリコン層を多孔質シリコン層に変化させる。そして、前記多孔質シリコン層をアルカリエッチングによって除去することにより、同多孔質シリコン層があった部分を空洞化する。その後、前記保護膜を除去する。

【0026】

【発明の実施形態】（第1実施形態）以下、本発明を具体化した第1実施形態を図1～図14に基づき詳細に説明する。

【0027】図1には、本実施形態のマイクロリッド

スイッチMSの構成が概略的に示されている。マイクロリッドスイッチMSは、ガラス基板101と、同ガラス基板101上に配置されたマイクロリッドスイッチ部材MSaと、ガラス基板101と、マイクロリッドスイッチ部材MSaをモールドしたモールド部103等から構成されている。

【0028】図3に示すように、上面が平面に形成されたガラス基板101の中央部には、HFエッチングによって得られる略長方形形状の凹部104が形成されている。同図に示すように凹部104を挟んでガラス基板101の長手方向の上面には一対のボンディングパッド105、106がA1、Au等のスパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜法によって形成されている。又、一方のボンディングパッド105から凹部104の縁部迄、配線パターン107がニッケル・鉄合金をスパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜法によって延出形成されている。又、他方のボンディングパッド106から凹部104内の底面の略中央部迄、配線パターン108がニッケル・鉄合金をスパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜法によって延出形成されている。前記配線パターン107、108を形成するニッケル・鉄合金は磁性を有し、従って、配線パターン107、108は磁性薄膜を構成する。

【0029】前記配線パターン108の先端部は、Au、Ag等のスパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜法によって固定接点109が形成されている。同固定接点109は固定電極部を構成し、固定接点109及び配線パターン108は第2電極部を構成している。

【0030】次にマイクロリッドスイッチ部材MSaについて説明する。図1及び図2に示すようにp型単結晶シリコン基板（以下、単にシリコン基板と呼ぶ。なお、後述する製造手順と異なり、構成の説明では、ウエハから個々にスクライプされたシリコン基板として説明する。）102は、面方位（110）のp型シリコン単結晶からなり、その表面側中央部には、多孔質化されたp型シリコンからなる層をアルカリエッチングすることによって得られる略長方形形状の凹部110が形成されている。この凹部110は、略十字状の開口部111を有し、後述する片持ち梁112を仮に省略した場合の開口縁部は、前記凹部104と略同じ大きさで形成されている。

【0031】図5は、上記シリコン基板102を拡大して図示した断面図である。前記凹部110内には、レバーク構造としての有弾性の片持ち梁112が上下方向に変位可能に配置されている。図5に示すように、この片持ち梁112は、主としてn型単結晶シリコンのエピタキシャル成長層113によって構成され、凹部110の長手方向において、その中央部を超えよう延出している。前記片持ち梁112は、可動片を構成している。

【0032】エピタキシャル成長層113の上面には、絶縁層として薄い酸化膜(SiO₂膜)114が形成されている。この酸化膜114の上面(図5において)には、ニッケル・鉄合金をスパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜法によって、配線パターン115が形成されている。同配線パターン115は片持ち梁112の先端部分から、シリコン基板102の一方の端部側まで長手方向に延出されている。従って、前記配線パターン115を形成するニッケル・鉄合金は磁性を有し、従って、配線パターン115は磁性薄膜層を構成する。

【0033】又、片持ち梁112の先端部において、配線パターン115上には、Au、Ag等のスパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜法によって可動接点116が形成され、前記配線パターン115と電気的に接続されている。前記配線パターン115及び可動接点116により第1電極部を構成している。そして、可動接点116は固定接点109に接触する接触面を有する。

【0034】前記シリコン基板102は、ガラス基板101の上面に対して、図4に示すように各凹部104、110の開口縁部が対応するように配置されて、陽極接合技術を用いて接合されている。そして、前記配線パターン115は、配線パターン107に対して接触し、すなわち、両者115、107は電気的に接続されている。又、片持ち梁112上の可動接点116は、凹部104内の固定接点109と対向するように常に離間配置されている。なお、前記陽極接合は、真空チャンバ内にて行われ、凹部104、110にて形成される空間は、真空封止されている。

【0035】図1に示すように、マイクロリッドスイッチMSは、ガラス基板101と前記マイクロリッドスイッチ部材MSaのシリコン基板102とが接合された状態で、ガラス基板101のボンディングパッド105、106と互いに反対側に配置したリッド119、120とは、ワイヤ121、122を介して電気的に接続される。又、リッド119、120の基部部、ワイヤ121、122を含んで、ガラス基板101とシリコン基板102とは、エポキシ樹脂等のモールド用合成樹脂からなるモールド部103によってモールドされている。

【0036】また、本実施形態においてマイクロリッドスイッチ部材MSaの各部の寸法は以下の通りである。即ち、シリコン基板102(ただし、エピタキシャル成長層113を含む。)の厚さおよび幅wは、 $t \sim$ 約500 μm 、 $w = 500 \mu\text{m} \sim 1000 \mu\text{m}$ である。片持ち梁112の厚さ、幅及び長さとは、それぞれ約10 μm 、約200 μm 、約300 μm である。片持ち梁112の底面と凹部110の内底面との間のクリアランスは約10 μm である。酸化膜114の厚さは、約0.5 μm である。

【0037】そして、ガラス基板101の大きさは、上記シリコン基板102を支持するに十分な大きさとされ

ている。又、ガラス基板101の凹部104は、マイクロリッドスイッチMSの外部に配置した磁石が接近した際、配線パターン108、115を磁束が通過することによって、片持ち梁112が固定接点109側へ変位し、可動接点116が固定接点109に対して接触するに十分な距離とされている。

【0038】このマイクロリッドスイッチMSの外部に磁石が接近すると、磁性薄膜である配線パターン108、115を磁束が通過する。このことによって、図1において片持ち梁112の先端部が片持ち梁112の弾性力に抗して下方に変位し、すなわち、可動接点116が固定接点109側に接触し、閉路する。

【0039】又、マイクロリッドスイッチMSの外部に接近した磁石が離間すると、磁性薄膜である配線パターン108、115を磁束が通過しなくなるため、片持ち梁112の自身の弾性力により図1において片持ち梁112の先端部が上方に変位し、すなわち、可動接点116が固定接点109側に離間し、開路する。

【0040】上記のように構成されたマイクロリッドスイッチMSに作用効果を説明する。

(1) 本実施形態では、シリコン基板102の側面に対して凹部110を形成し、凹部110には前記側面から延出された有弾性の片持ち梁112(可動片)を配置した。又、片持ち梁112には、配線パターン115(磁性薄膜層)及び可動接点116を含む第1電極部を形成し、かつ、可動接点116は凹部110に面する側面とは反対側の側面に位置した接触面として形成した。さらに、シリコン基板102の側面に対して接合されたガラス基板101(他の部材)には、第1電極部の一部を構成する可動接点116に対して常に相対的に離間するとともに、磁石(外部磁界)の接近に応じて配線パターン115、可動接点116を通じて磁束が流れ、片持ち梁112が引き寄せられた際に、可動接点116と接触する固定接点109(第2電極部の一部を構成する)を設けた。

【0041】そして、ガラス基板101には、前記配線パターン108、115を外部の電気素子へ接続するためのボンディングパッド105、106、ワイヤ121、122、リッド119、120を設けた。

【0042】この結果、マイクロリッドスイッチMSはシリコンの微細加工技術で容易に小型化、大量生産ができる。しかも、小型軽量化ができるため、スイッチ応答性を向上することができる。

【0043】(2) 片持ち梁112上の第1電極部の一部を構成する配線パターン115はガラス基板101上の配線パターン107、ワイヤ121を介してリッド119に電気的に接続されることとなる。従って、リッド119(リッド縁部に相当する。)と片持ち梁112の配線パターン115とが分離されるため、リッド119の加工による悪影響を考慮する必要がない。

【0044】(マイクロリードスイッチ部材MSaの製造方法)次に、本実施形態のマイクロリードスイッチMSを構成している、マイクロリードスイッチ部材MSaの製造手順を図6〜図14を参照して説明する。

【0045】まず、図6に示されるように、立方体状をした面方位(110)のp型単結晶シリコン基板(なお、この製造手順では、説明の便宜上、シリコン基板102はウエハの状態で説明する)102を用意し、このシリコン基板102の表面に図示しないマスクを形成する。次いで、前記シリコン基板102に対してイオン注入等によってほう素を打ち込み、さらにそのほう素を熱拡散させる。この結果、図7に示されるように、シリコン基板102のほぼ中央部にp型シリコン層131が形成される。

【0046】次に、図8に示されるように、p型シリコン層131が形成されたシリコン基板102の上面に、気相成長によってn型単結晶シリコンからなるエピタキシャル成長層113を形成する。その結果、エピタキシャル成長層113内にp型シリコン層131が埋め込まれた状態となる。この後、エピタキシャル成長層113が形成されたシリコン基板102の表面に、図示しないマスクを形成する。さらに、フォトリソグラフィによってマスクの所定領域に略コ字状の開口部を形成する。

【0047】次に、前記シリコン基板102に対してイオン注入等によってほう素を打ち込み、さらにそのほう素を熱拡散させる。この結果、図9に示されるように、エピタキシャル成長層113に、略コ字状をした開口部形成用のp型シリコン層132が形成される。このp型シリコン層132は、埋め込まれているp型シリコン層131の深さまで到達する。

【0048】次に、前記シリコン基板102を酸液中または空気中で加熱することにより、その上面に酸化膜114を形成する。次に、このシリコン基板102に対してニッケル・鉄合金をスパッタリングや真空蒸着等を行った後、フォトリソグラフィを行うことによって、配線パターン115を形成する。又、続いて、酸化膜115上に、Au、Ag等のスパッタリングや真空蒸着等を行った後、フォトリソグラフィを行うことによって可動接点116を形成する。

【0049】次いで、CVD等によってSiNやSiSiN4などを堆積させることにより、図11に示されるように、シリコン基板102の上面に配線パターン115、可動接点116を覆うようなバッシベーション膜133を形成する。前記バッシベーション工程において、バッシベーション膜133には、略コ字状の開口部134が形成される。この後、p型シリコン層132の上面にあたる酸化膜114を除去することによって、p型シリコン層132の上面を露出させる。

【0050】次いで、バッシベーション膜133の上面を全体的に、スパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜

法によって、W(タングステン)からなる金属保護膜135で被覆する。このとき、開口部134(正確には酸化膜114の開口部)の直下において、金属保護膜135とシリコン基板102のエピタキシャル成長層113とが接している界面においては、Wシリサイドが形成される。金属保護膜135を形成しているW(タングステン)とWシリサイドとは、耐HF性を有する。この後、図12に示されるように、フォトリソグラフィによって、p型シリコン層132の上面にあたる部分に略コ字状の開口部136を形成する。

【0051】そして、図13に示すように、シリコン基板102を高温度のHF系溶液としてのフッ酸水溶液138中に浸漬し、この状態でシリコン基板102を陽極とし、金属保護膜135を対向電極として電流を流す。すなわち、陽極化を行う。なお、図13において、Vは直流電源を表し、この実施形態では、0.6V以上の化成電圧を印加しないようにし、最も効率のよい電圧を印加するようにしている。

【0052】前記のような陽極化によってp型シリコン層131、132の部分のみを選択的に多孔質化することにより、当該部分を多孔質シリコン層137に変化させる。このとき、金属保護膜135にて被覆された部分は、同金属保護膜135にてフッ酸水溶液の侵食が防止される。又、開口部134において、金属保護膜135とシリコン基板102のエピタキシャル成長層113との界面においては、耐HF性のWシリサイドが形成されているため、同界面から内部にフッ酸水溶液が侵食することはない。

【0053】次に、TMAH(テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド)でアルカリエッチングを行うことにより、多孔質シリコン層137を異方性エッチングする。前記p型シリコン層131、132は、陽極化を経て多孔質化することにより、アルカリに溶解しやすくなっている。その結果、多孔質シリコン層137があった部分に空洞部139が容易に形成される(図14参照)。最後に、不要となった金属保護膜135をプラズマエッチング等のエッチングにより除去するとともに、バッシベーション膜133を公知の方法によって除去することによって、図1に示されるマイクロリードスイッチ部材MSaが得られる。

【0054】本実施形態のマイクロリードスイッチ部材MSaの製造方法によると、次のような作用効果を奏する。

(3) 本実施形態でのマイクロリードスイッチ部材MSaの製造方法によれば、ほう素(不純物)添加によって、シリコン基板102の表面側の所定領域にp型シリコン層131を形成し、次に、p型単結晶シリコン基板131の上面にn型単結晶シリコンからなるエピタキシャル成長層113を形成することによって、同エピタキシャル成長層113内にp型シリコン層131を埋め込

みした。

【0055】そして、ほう素（不純物添加）によって、エピタキシャル成長層113に開口部形成用のp型シリコン層132を形成し、続いて、前記シリコン層132にて区画されて片持ち梁112となる部分であって、その可動片の延びる方向に沿って、配線パターン115（磁性薄層）を形成した。

【0056】次に、前記開口部形成用のp型シリコン層132に対応する部分を除いて、パッシベーション膜133、金属保護膜135（保護膜）を形成した。次に、パッシベーション膜133、金属保護膜135を形成した状態で陽極化成処理を行って、各p型シリコン層131、132を多孔質シリコン層137に変化させた。そして、多孔質シリコン層137をアルカリエッチングによって除去することにより、同多孔質シリコン層137があった部分を空洞化することにより、片持ち梁112を形成した。

【0057】こうすることによって、容易に、しかも大量に、マイクロリッドスイッチ部材MSaを製造することができる。

(4) 本実施形態でのW（タングステン）からなる金属保護膜135は、高融点であり、熱膨張係数がSiNやSi₃N₄などのパッシベーション膜133及びシリコン基板102のエピタキシャル成長層113と、近く、それらとの密着性があるため、剥離することがない。

【0058】(5) 所定領域にあらかじめp型シリコン層131、132を形成した後、同層を陽極化する方法であるため、シリコン基板102の表面を直接的に陽極化する従来方法と比較して、陽極化成分の形状や深さにばらつきが生じにくい。

【0059】(6) p型シリコン層131上にエピタキシャル成長層113を形成する方法であるため、とりわけ形成が困難であるということもない。

(7) パッシベーション工程の完了後に陽極化を行う方法であるため、空洞部139が未形成の状態でも金属保護膜135を形成することができる。よって、金属保護膜135の形成が容易になる。

【0060】換言すると、空洞部139内に金属保護膜135が入り込むことがないため、面内除去作業を行う必要もなくなる。また、アルカリエッチングもパッシベーション工程の完了後に行なわれるため、配線パターン115がエッチャントに汚染される心配もない。以上のようなことから、この製造方法によると、マイクロリッドスイッチ部材MSaを製造する際の工程簡略化及び作業容易化を達成することができる。

【0061】(8) さらに、多孔質シリコン層137を除去するこの製造方法であるとし、シリコン基板102の面方位に特に制約を受けないというメリットがある。また、本実施形態の製造方法（W（タングステン）を金

属保護膜135として使用する陽極化成分を含む）は、基本的には、例えばICのゲート材料としてW（タングステン）を使用するパイボラICの製造プロセスに近いものである。従って、マイクロリッドスイッチ部材MSaを容易に小型化、軽量化、及び大量生産できるというメリットがある。このことは、マイクロリッドスイッチMSの小型化や高速化を実現するうえで好都合である。

(第2実施形態) 次に、図15〜図17を参照して同じくマイクロリッドスイッチMSを具体化した第2実施形態を説明する。なお、第1実施形態と同一又は相当する構成については同じ符号を付し、その詳細な説明を省略し、異なるところを中心に説明する。

【0062】本実施形態では、第1実施形態のガラス基板101の代わりにマイクロリッドスイッチ部材MSbがガラスなどの絶縁スペーサ140を介して接合されているところが異なっている。すなわち、本実施形態のマイクロリッドスイッチMSは、第1実施形態におけるマイクロリッドスイッチ部材MSaとマイクロリッドスイッチ部材MSb、スペーサ140、モールド部103等から構成されている。

【0063】マイクロリッドスイッチ部材MSbは、前記第1実施形態のマイクロリッドスイッチ部材MSaと同様の製造方法にて形成されているため、マイクロリッドスイッチ部材MSaを構成している各部に相当する個所には、マイクロリッドスイッチ部材MSaの各部材の符号に「a」の符号を付加して簡単に説明する。

【0064】図15に示すように、マイクロリッドスイッチ部材MSbの片持ち梁112aは、マイクロリッドスイッチ部材MSaの片持ち梁112の延出方向とは反対方向側から延出されて形成されている。そして、両片持ち梁112、112aの可動接点116、116aは常に互いに離間して対抗して配置されている。

【0065】配線パターン115aは、シリコン基板102aの端部上面に設けられたボンディングパッド106に接続されている。なお、マイクロリッドスイッチ部材MSbのシリコン基板102aは、マイクロリッドスイッチ部材MSaのシリコン基板102よりも長手方向の両端が長く延設されている。

【0066】絶縁スペーサ140はシリコン基板102a上面に対して、陽極接合技術を用いて接合されている。同絶縁スペーサ140は扁平立方体状に形成され、前記ボンディングパッド106が露出するように一方の端部は、シリコン基板102aよりも短くされている。絶縁スペーサ140の上面には、マイクロリッドスイッチ部材MSaのシリコン基板102が陽極接合技術を用いて接合されている。

【0067】絶縁スペーサ140において、両マイクロリッドスイッチ部材MSa、MSbの各四部110、110aに対応して四角形状の貫通孔141が形成され、

両凹部110、110aを通過している。前記凹部110、110aと貫通孔141は、絶縁スペーサ140が両マイクロリードスイッチ部材MSa、MSbに接合されることにより、真空封止されている。

【0068】又、絶縁スペーサ140において、前記ボンディングパッド106の位置と貫通孔141を挟んで反対側の端部にはボンディングパッド105が設けられ、同ボンディングパッド105から貫通孔141の縁部迄には配線パターン107が形成されている。そして、同配線パターン107は、マイクロリードスイッチ部材MSaの配線パターン115に接触し、電氣的に接続されている。

【0069】本実施形態では、シリコン基板102が第1シリコン基板、シリコン基板102aが第2シリコン基板に相当する。片持ち梁112が第1可動片、片持ち梁112aが第2可動片に相当する。又、凹部110は第1凹部、凹部110aは第2凹部に相当する。配線パターン115は第1磁性薄膜層、配線パターン115aは第2磁性薄膜層に相当する。又、第2電極部は、前記配線パターン115a、可動接点116aを含み、可動接点116aは可動接点116に接続する接触面に相当する。

【0070】本実施形態では、マイクロリードスイッチMSの外部に磁石が接近すると、磁性薄膜である配線パターン115、115aを磁束が通過する。このことによって、図15において片持ち梁112、112aの各先端部が片持ち梁112、112aの弾性力に抗して互いに接近方向に変位し、その結果、可動接点116、116aが互いに接触し、閉路する。

【0071】又、マイクロリードスイッチMSの外部に接近した磁石が離開すると、磁性薄膜である配線パターン115、115aを磁束が通過しなくなるため、片持ち梁112、112aの自身の弾性力により図15において片持ち梁112、112aの先端部が上方に変位し、すなわち、可動接点116、116aが固定接点109とは反対方向へ離開し、開路する。

【0072】(9) 本実施形態においては、マイクロリードスイッチ部材MSa、及びマイクロリードスイッチ部材MSbは、同一の製造方法によって形成できるため、第1実施形態よりもより大量生産が可能であり、製造コストを低減することができる。しかも、本実施形態のマイクロリードスイッチMSにおいてもシリコンの微細加工技術にて容易に小型軽量化ができるため、スイッチ応答性を向上することができる。

【0073】(10) 本実施形態においては、片持ち梁112上第1電極部の一部を構成する配線パターン115は、配線パターン107、ワイヤ121を介してリード119に電氣的に接続され、一方、片持ち梁112a上の第2電極部の一部を構成する配線パターン115aはワイヤ122を介してリード120に電氣的に接

続されることになる。従って、リード119、120(リード線部に相当する。)と片持ち梁112、112aの配線パターン115、115aとが分離されるため、リード119、120の加工による悪影響を考慮する必要がない。

【0074】本発明の実施形態は、例えば次のように変更することが可能である。

(1) 前記実施形態では、単一のマイクロリードスイッチMSとして構成したが、複数のマイクロリードスイッチMSを並列に接続したものをモールド103にてモールドして、マイクロリードスイッチ体としてもよい。

【0075】このマイクロリードスイッチ体は複数のマイクロリードスイッチMSが並列にて電氣的に接続して構成されているため、仮に一個あるいは複数個のマイクロリードスイッチMSに不具合が生じても、残りの他のマイクロリードスイッチMSが正常に動作するため、マイクロリードスイッチ体としての機能の信頼性を向上することができる。

【0076】又、もともとマイクロリードスイッチMSは小型化されているため、複数のものを並列に接続した構成としてもそれほど大型になることはない。

(2) p型単結晶シリコン基板102として面方位(110)以外の基板、例えば(111)基板や(100)基板等を使用してもよい。なお、実施形態において(100)基板を使用すれば、より高感度にすることができる。

【0077】(3) TMAH以外のアルカリ系エッチャントとして、例えばKOH、ヒドラジン、EPW(エチレンジアミン-ピロカテコール-水)等を使用してもよい。

【0078】(4) マイクロリードスイッチ部材MSa、MSbを製造する場合、n型単結晶シリコンのエピタキシャル成長層113に代えて、例えばn型の多結晶シリコン層やアモルファスシリコン層等を形成してもよい。

【0079】(5) 第1実施形態では、金属保護膜としてW(タングステン)を使用した。Mo(モリブデン)を使用してもよい。又、Mo(モリブデン)からなる金属保護膜もW(タングステン)と同様に、高温点であり、熱膨張係数がSiNやSi3N4などのバッシェーション膜113及びシリコン基板102のエピタキシャル成長層113と近く、それらの密着性があるため、剥離することがない。

【0080】(6) 前記実施形態では、金属保護膜を陽極化するときには対向電極としたが、その代わりに従来と同様にPt等の貴金属膜を対向電極として使用して、陽極化を行うことも勿論可能である。

【0081】ここで、特許請求の範囲に記載された技術的思想のほかに、前述した実施形態によって把握される

技術的思想をその効果とともに以下に挙げる。

(1) 請求項4において、ガラスには、可動片が係入可能な凹部が形成されているマイクロリッドスイッチ。こうすることにより、可動片の変位を許容することができる。

【0082】なお、本明細書中において使用した技術用語を次のように定義する。

「レバー構造部：表面に形成された磁性薄膜に磁束が通過した時に変位する部分を意味し、例えば1つまたは2つ以上の梁を有する構造をいう。」

「陽極化成：電解液中で基板を陽極として電流を流すことにより、その基板に多孔質層を形成する一括改質加工をいう。」

【0083】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項1乃至請求項7の発明によれば、シリコンの微細加工技術を応用することにより、従来のリッドスイッチよりも小型化できるとともに、大量生産も可能であり、しかもスイッチ応答性を向上させることができる。又、可動片とリッド線部とが分離されているので、リッド線部の加工による特性の悪影響を考慮する必要がない効果を奏する。

【0084】請求項3の発明によれば、他の部材は、シリコン基板側の構成と同様の構成とすることができ、同一の製造方法にて形成することができ、大量生産を行うことができ、低コストとすることができる。

【0085】請求項5に記載の発明によれば、樹脂モールドされているため、耐久性を向上させることができる。請求項6に記載の発明によれば、マイクロリッドスイッチを並列に電気的に接続することにより、マイクロリッドスイッチ体としての信頼性の向上を図ることができる。

【0086】請求項7の発明によればマイクロリッドスイッチを容易に製造することができる効果を奏する。

【0087】

【課題を解決するための手段】

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態のマイクロリッドスイッチを示す概略断面図。

【図2】同じくマイクロリッドスイッチ部材MSaの概

略断面図。

【図3】同じくガラス基板の平面図。

【図4】同じくマイクロリッドスイッチ部材の断面図。

【図5】マイクロリッドスイッチ部材の拡大断面図。

【図6】(a)はマイクロリッドスイッチ部材の製造手順を示す概略断面図、(b)はその概略平面図。

【図7】同じく(a)は概略断面図、(b)は概略平面図。

【図8】同じく(a)は概略断面図、(b)は概略平面図。

【図9】同じく(a)は概略断面図、(b)は概略平面図。

【図10】同じく(a)は概略断面図、(b)は概略平面図。

【図11】同じく概略断面図。

【図12】同じく概略断面図。

【図13】陽極化成方法を示す説明図。

【図14】同じく概略断面図。

【図15】第2実施形態のマイクロリッドスイッチの概略断面図。

【図16】同じく一方のマイクロリッドスイッチ部材の概略平面図。

【図17】同じく他方のマイクロリッドスイッチ部材の概略平面図。

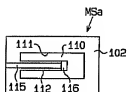
【図18】従来のリッドスイッチの組み立て前の分解斜視図。

【図19】従来のリッドスイッチの断面図。

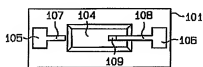
【符号の説明】

MS…マイクロリッドスイッチ、MSa、MSb…マイクロリッドスイッチ部材101…ガラス基板、102、102a…p型単結晶シリコン基板、103…モールド部、104…凹部、107…配線パターン、108…配線パターン（磁性薄膜層）、109…固定接点、110、110a…凹部、115、115a…配線パターン（磁性薄膜層）、112、112a…片持ち梁（可動片）、113…エピタキシャル成長層、115、115a…配線パターン、116、116a…可動接点、131、132…p型シリコン層、133…パッシベーション膜（保護膜）、135…金属保護膜（保護膜）。

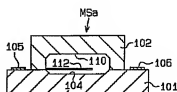
【図2】



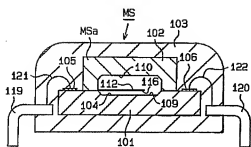
【図3】



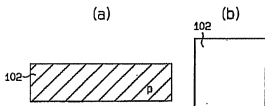
【図4】



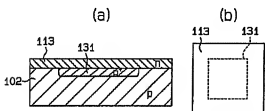
【图1】



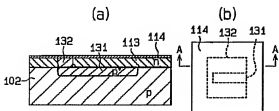
【图6】



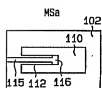
【图8】



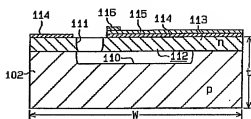
【※10】



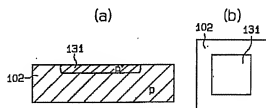
【圖16】



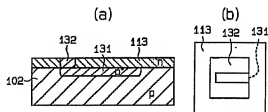
【图5】



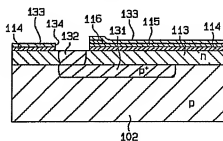
【图7】



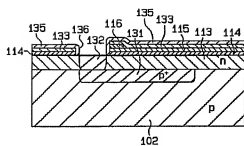
【图9】



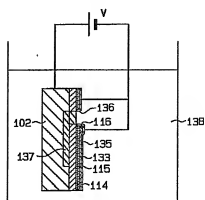
【例 11】



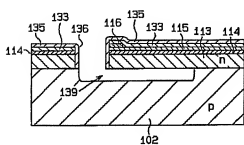
【図12】



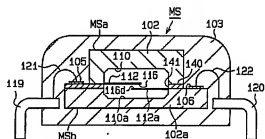
【図13】



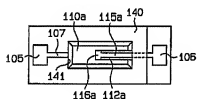
【図14】



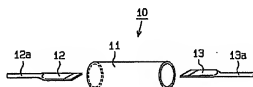
【図15】



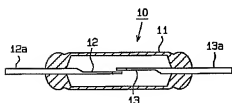
【図17】



【図18】



【図19】



(12) 冊2001-76599 (P2001-7\$應=社組

フロントページの続き

(72)発明者 糸魚川 貢一
愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目260番地
株式会社東海理化電機製作所内

Fターム(参考) 5G023 AA12 AA20 BA32 BA34 CA29
CA41
5G046 CA01 CA06 CD05